

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日

Date of Application: 2002年10月29日

出願番号

Application Number: 特願2002-313713

[ST.10/C]:

[JP2002-313713]

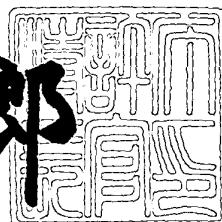
出願人

Applicant(s): 横河電機株式会社

2003年 4月22日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3029132

【書類名】 特許願

【整理番号】 02A0291

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01J 3/18

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内

【氏名】 鈴木 泰幸

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内

【氏名】 三瓶 義広

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内

【氏名】 小宮山 誠

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県甲府市高室町155番地 横河電機株式会社甲府事業所内

【氏名】 荻野 賢治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内

【氏名】 岡田 順樹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内

【氏名】 岡田 修平

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県甲府市高室町155番地 横河電機株式会社甲府  
事業所内

【氏名】 亀井 伸

【特許出願人】

【識別番号】 000006507

【氏名又は名称】 横河電機株式会社

【代表者】 内田 黙

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 005326

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 WDM信号モニタ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被測定光を波長分散素子によって波長ごとに異なる角度に出射して分光し、この波長分散素子が分光した被測定光を光検出器が受光し、この光検出器からの出力によって、波長演算手段が被測定光の波長を求めるWDM信号モニタにおいて、

前記波長分散素子の設けられる媒質の屈折率に基づき、前記波長演算手段が求めた波長を補正する補正部を有することを特徴とするWDM信号モニタ。

【請求項2】 補正部は、

所望の屈折率における波長の補正值を記憶する補正值記憶手段と、  
この補正值記憶手段の補正值を読み出し、波長演算手段が求めた波長を補正する波長補正手段と  
を有することを特徴とする請求項1記載のWDM信号モニタ。

【請求項3】 補正部は、

波長の補正值を記憶する補正值記憶手段と、  
波長分散素子の設けられる媒質の屈折率から補正值を求め、この補正值を補正值記憶手段に格納する補正值演算手段と、  
補正值記憶手段の補正值を読み出し、波長演算手段が求めた波長を補正する波長補正手段と  
を有することを特徴とする請求項1記載のWDM信号モニタ。

【請求項4】 波長分散素子の設けられる高度または標高から、媒質の屈折率を求め、求めた屈折率を補正部に出力する屈折率演算手段を有することを特徴とする請求項3記載のWDM信号モニタ。

【請求項5】 高度または標高を測定し、この測定結果を屈折率演算手段に出力する環境測定手段を設けたことを特徴とする請求項4記載のWDM信号モニタ。

【請求項6】 環境測定手段は、高度計であること特徴とする請求項5記載のWDM信号モニタ。

【請求項7】 環境測定手段は、G P Sであることを特徴とする請求項5記載のWDM信号モニタ。

【請求項8】 波長分散素子は、回折格子またはプリズムであることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載のWDM信号モニタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長分散素子を用いたWDM (wavelength division multiplexing : 波長分割多重) 信号モニタに関し、詳しくは、使用環境に影響されずに、波長測定の精度を向上することができるWDM信号モニタに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

WDM信号モニタは、WDM信号である被測定光を波長分散素子によって波長ごとに異なる角度に出射して分光し、この波長分散素子が分光した被測定光を光検出器で受光し検出し、この光検出器からの出力によって、光信号の波長測定を行うものである（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

図4は、このようなWDM信号モニタの従来例を示す構成図である。図4において、分光器10は、被測定光が入力され、この被測定光のスペクトルを測定して、サンプリングデータである測定データを出力する。また、分光器10は、光ファイバ11、コリメーティングレンズ12、回折格子13、フォーカシングレンズ14、フォトダイオードアレイモジュール15を有する。

【0004】

光ファイバ11は、被測定光を出射する出射口を有する伝送路である。コリメーティングレンズ12は、光ファイバ11の出射口に対向して設置され、光ファイバ11から出射された被測定光を平行光にして出射する。

【0005】

回折格子13は波長分散素子であり、コリメーティングレンズ12からの出射光を所望の角度に回折するため、コリメーティングレンズ12に対して傾けて設

置してある。また、回折格子13は被測定光を波長ごと異なる角度に出射して分光する。フォーカシングレンズ14は、回折格子13からの出射光の光路上に設置され、出射光を収束して結像させる。

## 【0006】

フォトダイオードアレイモジュール（以下、PDMと略す）15は、光検出器であり、受光素子であるフォトダイオードを複数有するものであり、被測定光が受光素子によってサンプリングし、サンプリングデータを測定データとして出力をする。そして、PDM15は、受光素子ごとにあらかじめ波長が割り当てられている。

## 【0007】

メモリ20は、記憶部であり分光器10からの測定データを格納する。波長演算手段30は、メモリ20の測定データを読み出し、PDM15の受光素子ごとに割り当てられた波長から光信号の波長を演算する。

## 【0008】

このような装置の動作を説明する。光ファイバ11から出射された被測定光は、コリメーティングレンズ12で平行光となる。コリメーティングレンズ12を透過した被測定光は、回折格子13に入射する。そして、被測定光が回折格子13によって、波長ごとに分光される。すなわち、波長ごとに回折格子13からの出射角度が異なる。そして、回折格子13によって波長ごとに分光された被測定光が、フォーカシングレンズ14によってPDM15の受光素子それぞれで収束し、結像する。

## 【0009】

例えば、図4中”FP01”、”FP02”、”FP03”に位置する受光素子では、異なる波長の光が収束され、結像する。そして、PDM15の各受光素子がそれぞれの被測定光の光パワーに対応する電流（光電流）を出力する。また、PDM15が図示しない変換部によって、各受光素子から出力された光電流を電圧に変換する。また、この電圧に変換された信号はアナログ信号なので、変換部がアナログ信号をデジタル信号に変換し、測定データとしてメモリ20に格納

する。このように、測定データは受光素子によってサンプリングされたサンプリングデータとなっている。

## 【0010】

そして、波長演算手段30が、メモリ20の測定データを読み出し、各受光素子に割り当てられた波長から光信号の波長を求め、これらの演算結果を図示しない出力部に出力し、この出力部は、演算結果を、例えば表示部の画面に表示したり、図示しない外部装置に出力する。

## 【0011】

続いて、回折格子13による被測定光の入射角度と出射角度の関係を説明する。回折格子13による被測定光の入射角度と出射角度は下記の式(1)で表され

る

$$\sin \theta_{g_i} + \sin \theta_{g_o} = \lambda / (n_a \cdot d) \quad (1)$$

## 【0012】

ここで、 $\theta_{g_i}$ は、回折格子13への被測定光の入射角度である。 $\theta_{g_o}$ は、回折格子13からの被測定光の出射角度である。 $\lambda$ は、波長である。 $n_a$ は回折格子13が使用される環境の媒質(一般的には空気)の屈折率であり、 $d$ は、回折格子13の格子定数である。

## 【0013】

また、波長の変化と出射角度の変化の関係は式(1)より、下記の式(2)で表される。

$$\Delta \lambda / \Delta \theta_{g_o} = n_a \cdot d \cdot \cos \theta_{g_o} \quad (2)$$

## 【0014】

このように、複数の波長の光信号が重畳された被測定光であっても、回折格子13が波長ごとに異なる角度で出射し、PDM15の受光素子の異なる位置で被測定光が収束されて結像されるので、各光信号の波長を求めることができる。

## 【0015】

## 【特許文献1】

特開2000-304613号公報

## 【0016】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、所望の波長を求める場合、媒質（空気）の屈折率が一定であることが必要だが、使用環境である標高、気圧、気温、水蒸気圧等が異なると、空気の屈折率も変動する。そのため、同じ波長の被測定光であっても、回折格子13からの出射角度が変動してしまう。

## 【0017】

そして、媒質の屈折率変化に対する出射角度の変化は、式（1）より、下記の式（3）で表される。

$$\Delta \theta_{go} / \Delta n_a = -\lambda / (n_a^2 \cdot d \cdot \cos \theta_{go}) \quad (3)$$

## 【0018】

例えば、 $\lambda = 1.55 \text{ [\mu m]}$ 、 $d = 1.111 \text{ [\mu m]}$ 、 $n_a = 1.000268$ 、 $\theta_{go} = 1.248 \text{ [rad]}$  ( $71.5 \text{ [deg]}$ ) の場合、式（3）より、

$$\Delta \theta_{go} / \Delta n_a \approx -4.42$$

となる。

## 【0019】

よって空気の屈折率 $n_a$ が、 $1.000268$ から $1.000258$ へと、僅か $0.00001$ 変化（標高でいえば、 $0 \text{ [m]}$ から約 $300 \text{ [m]}$ に変化）しても、出射角度は $0.0442 \text{ [m rad]}$ 変化する。これは、式（2）より、波長換算で $15.5 \text{ [pm]}$ に相当する。すなわち、同一の波長であっても空気の屈折率が変化するとPDM15上の結像位置も変化してしまう。そして、このPDM15上の結像位置から波長演算手段30が、被測定光の波長演算を行うため、確度が悪化するという問題があった。

## 【0020】

そこで本発明の目的は、使用環境に影響されずに、波長測定の確度を向上したWDM信号モニタを実現することにある。

## 【0021】

## 【課題を解決するための手段】

請求項1記載の発明は、

被測定光を波長分散素子によって波長ごとに異なる角度に出射して分光し、この波長分散素子が分光した被測定光を光検出器が受光し、この光検出器からの出力によって、波長演算手段が被測定光の波長を求めるWDM信号モニタにおいて

前記波長分散素子の設けられる媒質の屈折率に基づき、前記波長演算手段が求めた波長を補正する補正部を有することを特徴とするものである。

## 【0022】

請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、  
補正部は、  
所望の屈折率における波長の補正值を記憶する補正值記憶手段と、  
この補正值記憶手段の補正值を読み出し、波長演算手段が求めた波長を補正する波長補正手段と  
を有することを特徴とするものである。

## 【0023】

請求項3記載の発明は、請求項1記載の発明において、  
補正部は、  
波長の補正值を記憶する補正值記憶手段と、  
波長分散素子の設けられる媒質の屈折率から補正值を求め、この補正值を補正值記憶手段に格納する補正值演算手段と、  
補正值記憶手段の補正值を読み出し、波長演算手段が求めた波長を補正する波長補正手段と  
を有することを特徴とするものである。

## 【0024】

請求項4記載の発明は、請求項3記載の発明において、  
波長分散素子の設けられる高度または標高から、媒質の屈折率を求め、求めた屈折率を補正部に出力する屈折率演算手段を有することを特徴とするものである

## 【0025】

請求項5記載の発明は、請求項4記載の発明において、

高度または標高を測定し、この測定結果を屈折率演算手段に出力する環境測定手段を設けたことを特徴とするものである。

## 【0026】

請求項6記載の発明は、請求項5記載の発明において、  
環境測定手段は、高度計であること特徴とするものである。

## 【0027】

請求項7記載の発明は、請求項5記載の発明において、  
環境測定手段は、G P Sであること特徴とするものである。

## 【0028】

請求項8記載の発明は、請求項1～7のいずれかに記載の発明であって、  
波長分散素子は、回折格子またはプリズムであることを特徴とするものである

## 【0029】

## 【発明の実施の形態】

以下図面を用いて本発明の実施の形態を説明する。

## [第1の実施例]

図1は本発明の第1の実施例を示す構成図である。ここで、図4と同一のものは同一符号を付し、説明を省略する。図1において、補正部40が新たに設けられ、回折格子13の設けられる空気の屈折率に基づき、波長演算手段30が求めた波長を補正する。また、補正部40は、補正值演算手段41、補正值記憶手段42、波長補正手段43を有する。

## 【0030】

補正值演算手段41は、回折格子13の設けられる空気の屈折率から、波長のそれを補正する補正值を求める。補正值記憶手段42は、補正值演算手段41の求めた補正值を記憶する。波長補正手段43は、補正值記憶手段42から補正值を読み出し、波長演算手段30が求めた波長を補正する。

## 【0031】

このような装置の動作を説明する。保守要員が図示しない入力手段、例えば、キーボードや操作ボタン等から回折格子13の設けられる空気の屈折率を補正值

演算手段41に入力する。

【0032】

そして、補正值演算手段41が式(2)、式(3)より入力手段から入力された屈折率における波長の補正值、すなわち空気の屈折率の変化によって回折格子13から出射される被測定光の出射角度の変化により、PDM15上における結像位置の変化に基づく波長ずれを補正する補正值を求め、補正值記憶手段42に格納する。さらに、波長補正手段43が、補正值記憶手段42の補正值を読み出し、この補正值によって波長演算手段30の求めた波長を補正する。そして補正部40が、これらの演算結果を図示しない出力部に出力し、この出力部は、演算結果を、例えば表示部の画面に表示したり、図示しない外部装置に出力する。

【0033】

また、補正部40が、回折格子13の設けられる空気の屈折率から、波長のずれを補正する補正值を求め、この補正值によって波長演算手段30が求めた波長を補正する以外の動作は図4に示す装置と同様なので説明を省略する。

【0034】

このように、補正值演算手段41が、回折格子13の設けられる空気の屈折率における波長の補正值を求め、この補正值に基づいて波長補正手段43が波長演算手段30の求めた波長を補正する。これにより、空気の屈折率が変化して、PDM15上における被測定光の結像位置がずれ、波長演算手段30の演算結果に誤差が生じても、誤差を軽減することができる。従って、使用環境に影響されずに、波長測定の確度を向上することができる。

【0035】

【第2の実施例】

図2は本発明の第2の実施例を示す構成図である。ここで、図1と同一のものは同一符号を付し、説明を省略する。図2において、屈折率演算手段50が新たに設けられ、回折格子13が設けられる標高における空気の屈折率を求め、この求めた屈折率を補正部40の補正值演算手段41に出力する。

【0036】

このような装置の動作を説明する。

屈折率演算手段50に、保守要員が図示しない入力装置、例えば、キーボードやボタン等から、回折格子13を有する分光器10が設置される標高を入力する。そして、屈折率演算手段50が、入力された標高における空気の屈折率を求め。この求めた屈折率を補正部40の補正值演算手段41に出力する。そして、補正值演算手段41が図1に示す装置と同様に、式(2)、式(3)より屈折率演算手段50が求めた屈折率における波長の補正值を求め、補正值記憶手段42に格納する。

## 【0037】

また、屈折率演算手段40が、回折格子13の設けられる標高における空気の屈折率を求め、補正部40の補正值演算手段41に出力する以外の動作は、図1に示す装置と同様なので説明を省略する。

## 【0038】

このように、屈折率演算手段50が、回折格子13を有する分光器10が設置される標高における空気の屈折率を求める。例えば、分光器10が設置される局所内は、空気調整、温度調整が行われており、空気の屈折率は標高によって決定される。これにより、標高のみから屈折率を求めることができるので、容易に波長の補正值を求めることができる。

## 【0039】

## [第3の実施例]

図3は本発明の第3の実施例を示す構成図である。ここで、図2と同一のものは同一符号を付し、説明を省略すると共に図示も省略する。図3において、環境測定手段60が、分光器10の回折格子13の近傍に新たに設けられ、環境測定手段60の標高を測定し、この求めた標高を屈折率演算手段50に出力する。また、環境測定手段60は、例えば、高度計やGPS(Global Positioning System:全地球測位システム)等である。

## 【0040】

このような装置の動作を説明する。

環境測定手段60は、回折格子13近傍の標高を測定し、この求めた標高を屈折率演算手段50に出力する。そして、屈折率演算手段50が図2に示す装置と

同様に、標高から屈折率を求める。

【0041】

また、環境測定手段60が、回折格子13近傍の標高を測定し、この求めた標高を屈折率演算手段50に出力する以外の動作は、図2に示す装置と同様なので説明を省略する。

【0042】

このように、環境測定手段60が、回折格子13近傍の標高を測定し、屈折率演算手段50に出力するので、保守要員を必要とせず、さらに所望のときに標高を求めて、この標高から波長ずれを補正する補正值を求めることができる。これにより、コスト削減を行えると共に、所望のときに補正值を新たに求めることができる。

【0043】

なお、本発明はこれに限定されるものではなく、以下のようなものでもよい。図1に示す装置において、入力された屈折率から補正值演算手段41が補正值を求め、補正值記憶手段42に格納する構成を示したが、あらかじめ分光器10の設置される標高等の使用環境が既知ならば、補正值演算手段41を設けず、空気の屈折率に基づく波長の補正值をあらかじめ求めて、補正值記憶手段42に記憶させておいてよい。そして、波長補正手段43が、この補正值記憶手段42から補正值を読み出し、波長演算手段30の求めた波長を補正する構成としてもよい。

【0044】

また、図2、図3に示す装置において、一定の海面を基準とした高さを示す標高から屈折率演算手段50が屈折率を求める構成を示したが、所望の位置の地面を基準とした高さを示す高度から屈折率を求める構成としてよい。もちろんこの場合、環境測定手段60は、標高でなく高度を出力する。

【0045】

また、図1～図3に示す装置において、ポリクロメータ方式の分光器10をあげたが、被測定光を分光し、分光したスペクトルをサンプリングする構成の分光器は全て本発明に含まれる。

## 【0046】

また、図1～図3に示す装置において、被測定光を分光する波長分散素子に回折格子13を用いる構成を示したが、回折格子13の代わりにプリズム等を用いて被測定光を分光してもよい。

## 【0047】

さらに、図1～図3に示す装置において、分光器10は、レンズ12、14を用いる透過型光学系を示したが、放物面鏡等を用いた反射型光学系としてもよい。

## 【0048】

## 【発明の効果】

本発明によれば、以下のような効果がある。

請求項1～8によれば、補正部が、波長分散素子の設けられる媒質の屈折率に基づいて、波長演算手段が求めた波長を補正する。これにより、媒質の屈折率が変化して、波長分散素子からの出射角度が変化して、光検出器上における被測定光の結像位置がずれ、波長演算手段の演算結果に誤差が生じても、誤差を軽減することができる。従って、使用環境に影響されずに、波長測定の確度を向上することができる。

## 【0049】

請求項4によれば、屈折率演算手段が、波長分散素子が設置される高度または標高における空気の屈折率を求める。例えば、波長分散素子が設置される局所内は、空気調整、温度調整が行われており、空気の屈折率は高度または標高によって決定される。これにより、高度または標高のみから屈折率を求めることができるので、容易に波長の補正值を求めることができる。

## 【0050】

請求項5～7によれば、環境測定手段が、波長分散素子近傍の高度または標高を測定し、屈折率演算手段に出力するので、保守要員を必要とせず、さらに所望のときに高度または標高を求めて、この高度または標高から波長ずれを補正する補正值を求めることができる。これにより、コスト削減を行えると共に、所望のときに補正值を新たに求めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施例を示した構成図である。

【図2】

本発明の第2の実施例を示した構成図である。

【図3】

本発明の第3の実施例を示した構成図である。

【図4】

従来のWDM信号モニタの構成図である。

【符号の説明】

1 3 回折格子

1 5 フォトダイオードアレイモジュール

3 0 波長演算手段

4 0 補正部

4 1 補正值演算手段

4 2 補正值記憶手段

4 3 波長補正手段

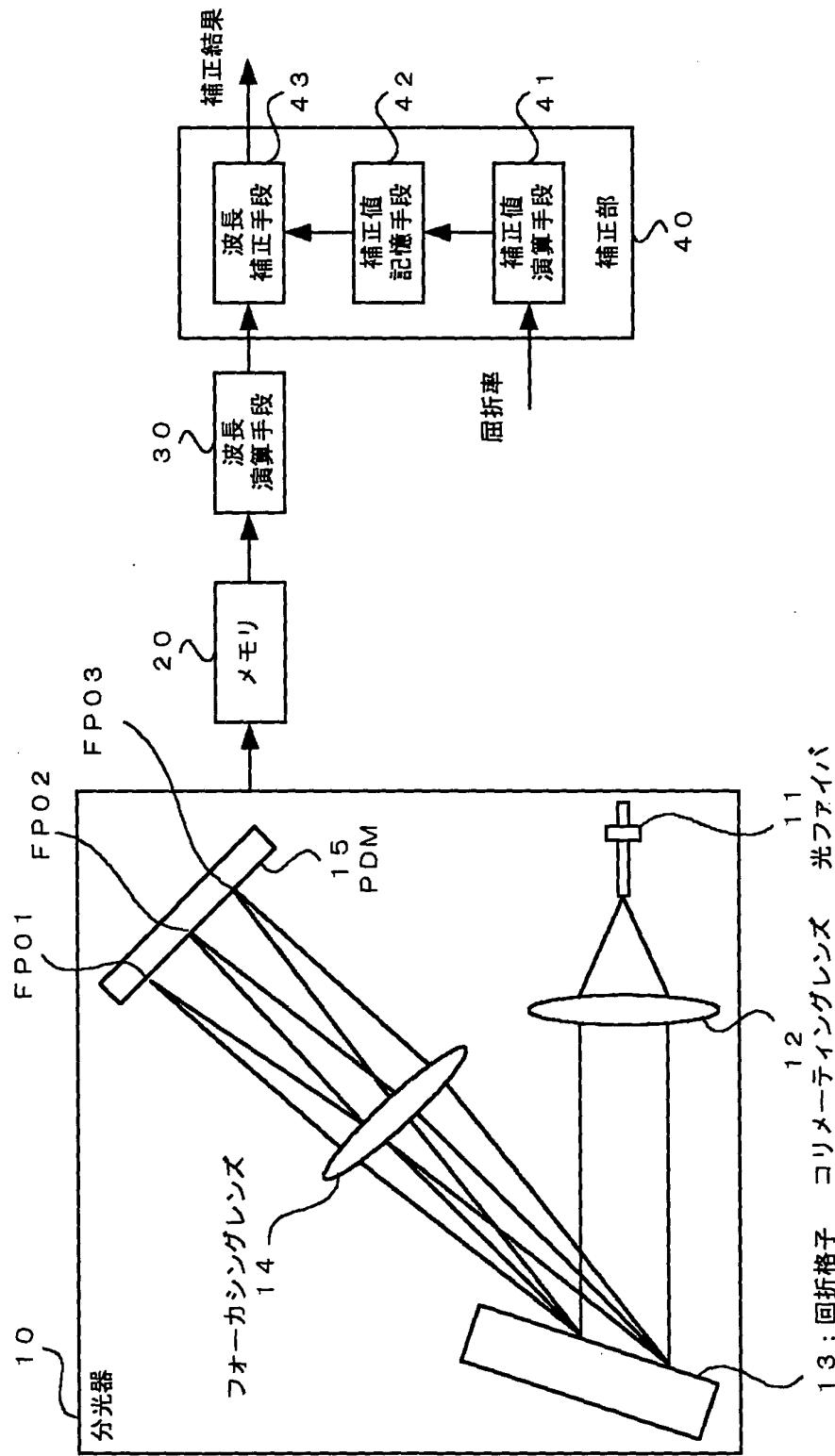
5 0 屈折率演算手段

6 0 環境測定手段

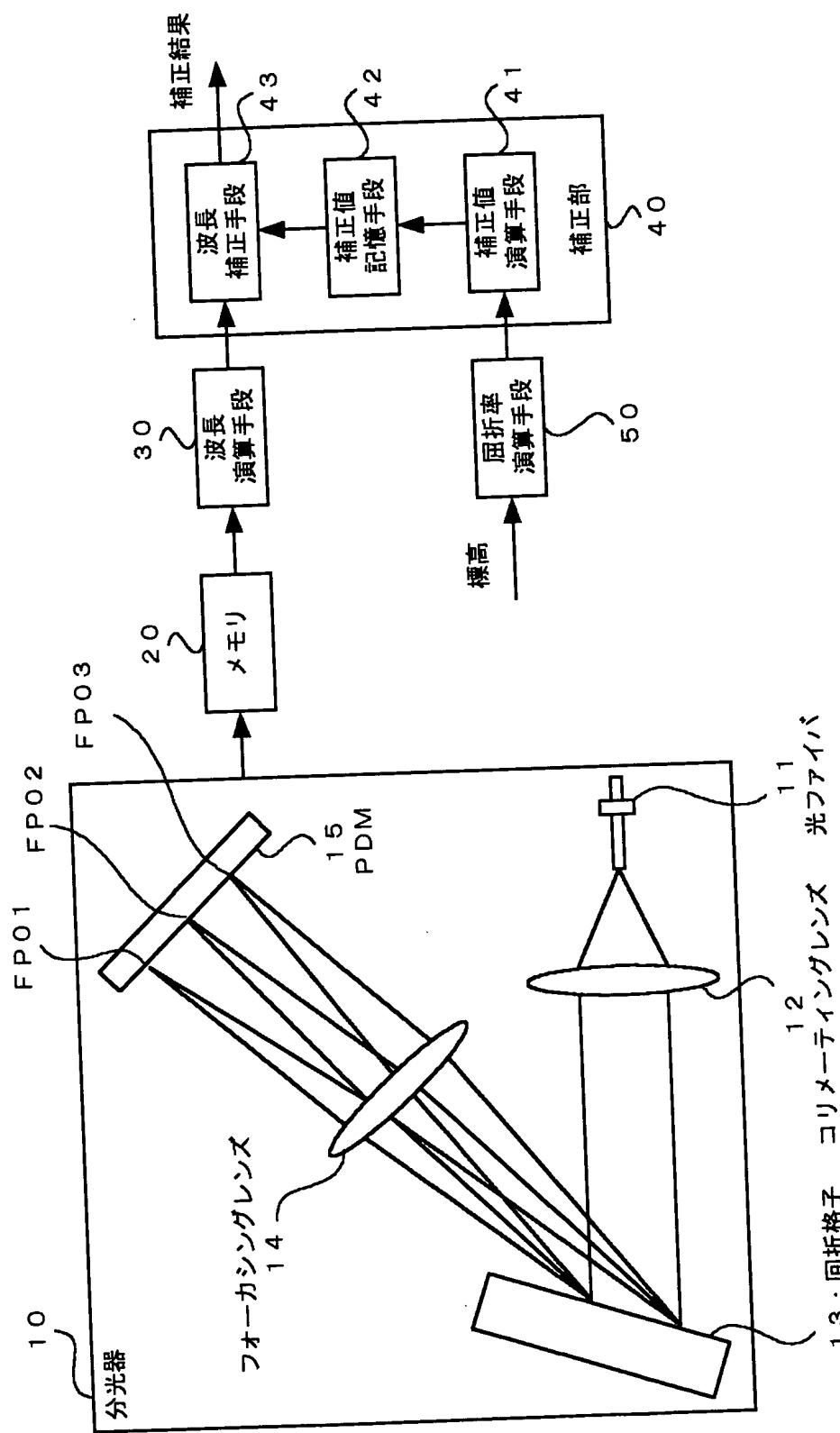
【書類名】

図面

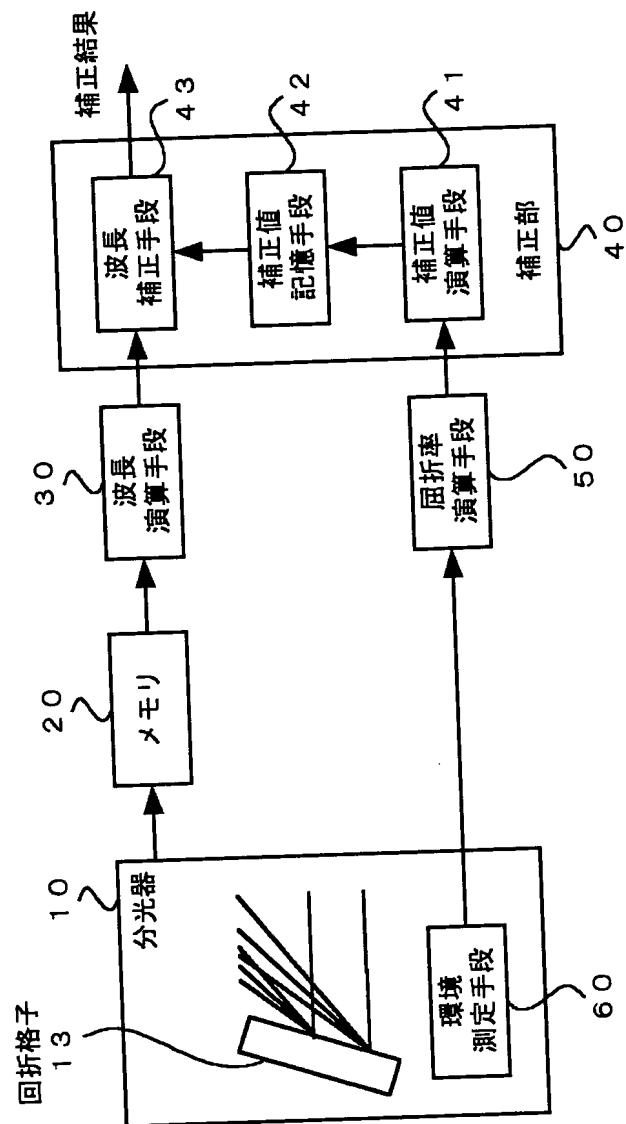
【図1】



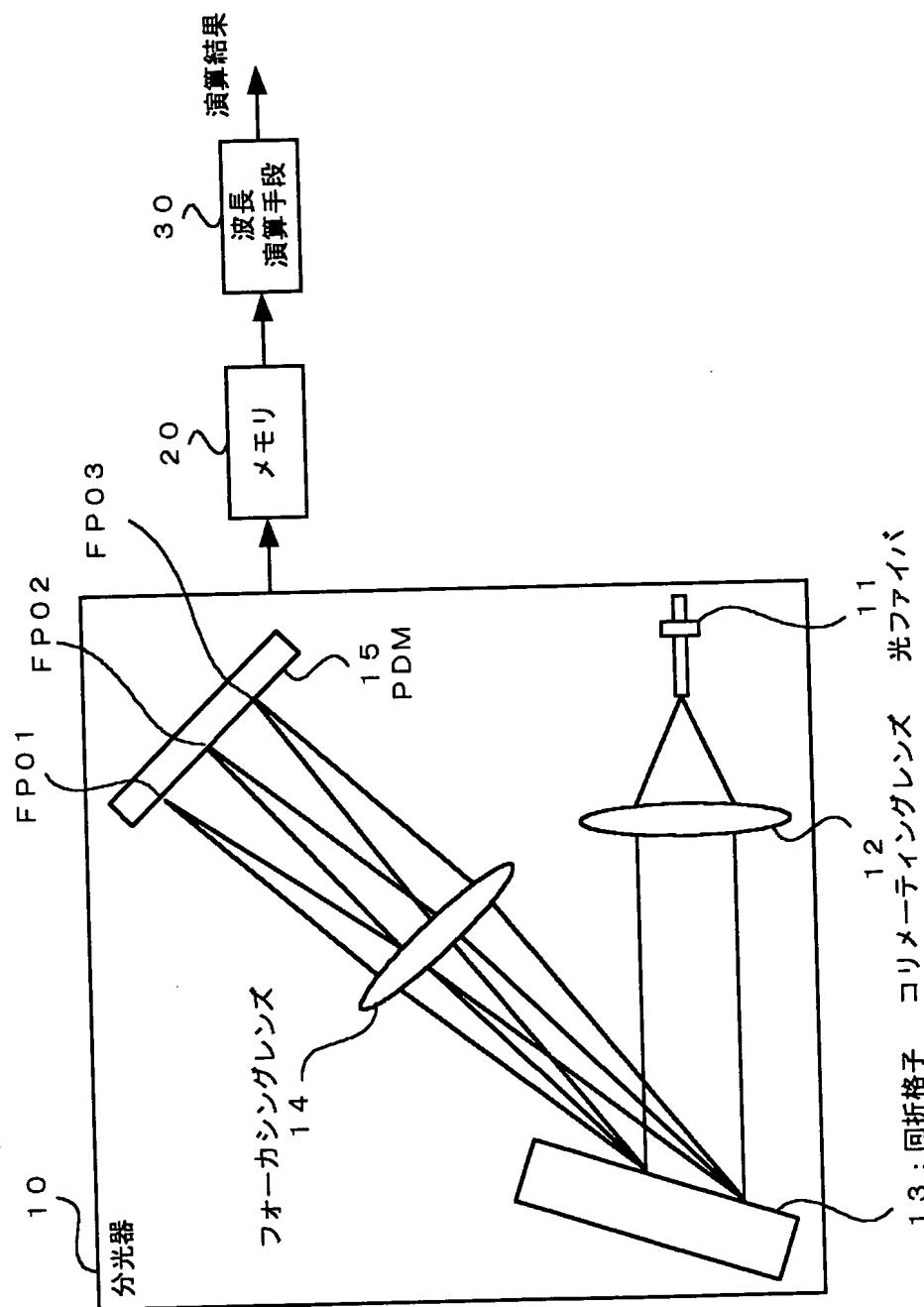
【図2】



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 使用環境に影響されずに、波長測定の精度を向上することができるW  
DM信号モニタを実現することを目的にする。

【解決手段】 本発明は、被測定光を波長分散素子によって波長ごとに異なる角  
度に出射して分光し、この波長分散素子が分光した被測定光を光検出器が受光し  
、この光検出器からの出力によって、波長演算手段が被測定光の波長を求めるW  
DM信号モニタに改良を加えたものである。本装置は、波長分散素子の設けられ  
る媒質の屈折率に基づき、波長演算手段が求めた波長を補正する補正部を有する  
ことを特徴とするものである。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号 特願2002-313713  
受付番号 50201628287  
書類名 特許願  
担当官 第一担当上席 0090  
作成日 平成14年10月30日

＜認定情報・付加情報＞

【提出日】 平成14年10月29日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000006507]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都武藏野市中町2丁目9番32号  
氏 名 横河電機株式会社